



(19)

(11) Publication number:

11025626 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 09171849

(51) Intl. Cl.: G11B 21/12 G11B 19/12 G11B 21/02

(22) Application date: 27.06.97

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 29.01.99(84) Designated
contracting states:(71) Applicant: INTERNATL BUSINESS MACH CORP
<IBM>(72) Inventor: YONEDA ISAO
UCHIIKE HIROSHI
UENO SHINJI
OGASAWARA KENJI
AOKI YOSHIHIKO
SAI FUMINORI

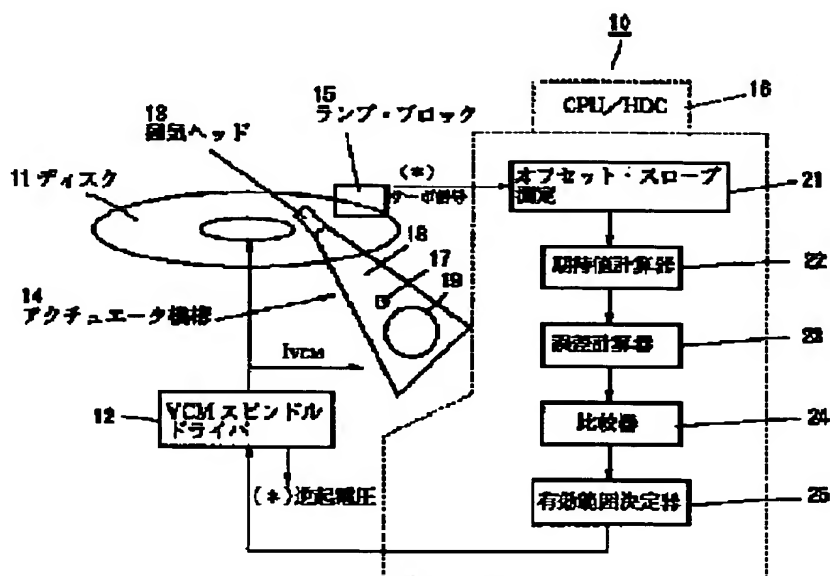
(74) Representative:

(54) DISK DRIVE DEVICE,
LOAD/UNLOAD DEVICE AND
ITS CONTROL METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a disk drive device, a load/unload device and its control method performing stable speed control and improving reliability in data.

SOLUTION: The disk drive device 10 is provided with a VCM(voice coil motor) spindle driver 12 rotation driving a disk 11, a magnetic head 13, an actuator mechanism 14 moving a head slider having the magnetic head 13 over the magnetic disk 11 surface and to a retreat position, a lamp block 15 and a CPU/HDC (hard disk controller) 16 controlling a speed of an actuator, controlling calibration detecting offset and dynamic range of an AD (analog/digital) converter prior to this speed control and controlling operation such as read-out/ write-in, etc., of data for the disk 11. Then, the device 10 increases a rectangular current value applied to a voice coil while successively changing a code, and measures the offset from the value of the AD converter at every current value, and decides it is a nonlinear area when a difference between the expected value and the measured value of the AD converter becomes a prescribed value or above to measure the dynamic range.



(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)1月29日

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換する A/D 変換手段と、A/D 変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、前記 A/D 変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段を備え、前記制御手段は、測定されたダイナミックレンジに基づいて速度制御を行うことを特徴とするディスクドライブ装置。

【請求項 2】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換する A/D 変換手段と、A/D 変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、前記 A/D 変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段を備え、前記制御手段は、測定されたオフセットに基づいて速度制御を行うことを特徴とするディスクドライブ装置。

【請求項 3】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換する A/D 変換手段と、A/D 変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、前記逆起電圧検出手段は、前記ボイスコイルモータのコイルの抵抗を所定の抵抗とバランスさせて、該コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路を備え、

前記コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基に前記ブリッジ回路のバランスをとるように構成したことを特徴とするディスクドライブ装置。

【請求項 4】 前記速度制御は、ロード・アンロード制御であることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 5】 前記速度制御は、アクチュエータの速度制御であることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 6】 前記ダイナミックレンジは、所定の非線形領域に達するまでの線形領域であることを特徴とする請求項 1 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 7】 前記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎の前記 A/D 変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 8】 前記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎の前記 A/D 変換手段の値の変化率からダイナミックレンジを測定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 9】 前記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに所定電流値を印加し、印加した電流値を順次符号を変えながら増やし、各電流値毎の前記 A/D 変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 10】 前記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに所定電流値を印加し、印加した電流値を順次符号を変えながら増やし、各電流値毎の前記 A/D 変換手段の値の変化率からダイナミックレンジを測定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 11】 前記キャリブレーション手段は、前記 A/D 変換手段の期待値と実測値との差が所定以上になったとき、非線形領域であると判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 12】 前記キャリブレーション手段は、前記 A/D 変換手段の実測値を過去値として格納し、前記 A/D 変換手段の期待値と実測値との差が所定以上になったとき、非線形領域と判定して格納した過去値を用いることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のディスクドライブ装置。

【請求項 13】 前記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎の前記 A/D 変換手段の値からオフセットを測

定することを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項14】 前記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎の前記AD変換手段の両極性の中間値からオフセットを測定することを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項15】 前記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに複数の電流（但し、ゼロを除く）を流し、各電流値の前記AD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時の前記AD変換手段の値を、オフセットとして測定することを特徴とする請求項2記載のディスクドライブ装置。

【請求項16】 前記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに第1の電流及び第2の電流を流し、各電流値の前記AD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時の前記AD変換手段の値を、オフセットとして測定する手段を備え、前記第1の電流の値は、ダイナミックレンジ範囲内の最適値であり、前記第2の電流の値は、アクチュエータが外部からの振動の影響を受けないよう該アクチュエータに力を付与する最小値であることを特徴とする請求項2記載のディスクドライブ装置。

【請求項17】 前記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに第1の電流及び第2の電流を流し、各電流値の前記AD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時の前記AD変換手段の値を、オフセットとして測定する手段を備え、前記第1の電流の値は、ダイナミックレンジ範囲内の最適値であり、前記第2の電流の値は、前記逆起電圧検出回路における電圧変動の影響を受けず、かつ、前記アクチュエータが外部からの振動の影響を受けないよう該アクチュエータに力を付与する最小値であることを特徴とする請求項2記載のディスクドライブ装置。

【請求項18】 前記キャリブレーション手段は、ハードウェアの有効な動作範囲を検知するものであることを特徴とする請求項1記載のディスクドライブ装置。

【請求項19】 前記キャリブレーション手段は、前記ボイスコイルモータに流す電流と前記AD変換手段の値の線形領域を検知するものであることを特徴とする請求項1記載のディスクドライブ装置。

【請求項20】 前記キャリブレーション手段による測定は、ロード・アンロード制御の直前に行うことを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項21】 前記キャリブレーション手段による測定は、ロード・アンロード制御の開始前に毎回行うこと

ことを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項22】 前記キャリブレーション手段による測定は、ロード制御開始前のランプ上で行うことを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項23】 前記キャリブレーション手段による測定は、アンロード制御開始前のディスクの最内周側で行うことを特徴とする請求項2記載のディスクドライブ装置。

【請求項24】 前記キャリブレーション手段による測定は、アクチュエータの速度制御の直前に行うことを特徴とする請求項1又は2記載のディスクドライブ装置。

【請求項25】 前記ブリッジ回路は、前記コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にバランスをとるように構成し、該バランスがとれているとき前記コイルの抵抗値の影響を排除して前記コイルに最大電流を印加可能にしたことを特徴とする請求項3記載のディスクドライブ装置。

【請求項26】 前記バランスの程度を判別する手段を備え、

所定バランスの程度になるまで前記コイルに電流を流すようにしたことを特徴とする請求項3記載のディスクドライブ装置。

【請求項27】 前記バランスの程度を判別する手段を備え、

前記バランスの判別を、前記ロード・アンロード制御に先立って行い、

所定バランスにないときは所定バランスの程度になるまで前記コイルに電流を流してバランスを改善することを特徴とする請求項3記載のディスクドライブ装置。

【請求項28】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、

検出された逆起電圧をディジタル信号に変換するAD変換手段と、

AD変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段と、

前記AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段とを備え、

前記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、

各電流値毎の前記AD変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定することを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項29】 ディスク状記録媒体に対しデータの読

み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、

前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、

検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、

AD変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段と、

前記AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段とを備え、

前記キャリブレーション手段は、

順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、

各電流値毎の前記AD変換手段の値からオフセットを測定することを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項30】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、

前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、

検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、

AD変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段と、

前記AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段とを備え、

前記キャリブレーション手段は、

ボイスコイルに複数の電流（但し、ゼロを除く）を流し、

各電流値の前記AD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時の前記AD変換手段の値を、オフセットとして測定することを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項31】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、前記ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、

前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、

検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、

AD変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備え、

前記逆起電圧検出手段は、

前記ボイスコイルモータのコイルの抵抗を所定の抵抗と

バランスさせて、該コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路を有し、

前記コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基に前記ブリッジ回路のバランスをとるように構成したことを特徴とするロード・アンロード装置。

【請求項32】 前記キャリブレーション手段は、

前記AD変換手段の実測値を過去値として格納し、前記AD変換手段の期待値と実測値との差が所定以上になった時、非線形領域と判定して格納した過去値を用いることことを特徴とする請求項28記載のロード・アンロード装置。

【請求項33】 前記キャリブレーション手段は、

順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、

各電流値毎の前記AD変換手段の両極性の中間値からオフセットを測定することを特徴とする請求項29記載のロード・アンロード装置。

【請求項34】 前記キャリブレーション手段は、

ボイスコイルに第1の電流及び第2の電流を流し、

各電流値の前記AD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時の前記AD変換手段の値を、オフセットとして測定する手段を備え、

前記第1の電流の値は、ダイナミックレンジ範囲内の最適値であり、

前記第2の電流の値は、アクチュエータが外部からの振動の影響を受けないよう該アクチュエータに力を与える最小値であることを特徴とする請求項30記載のロード・アンロード装置。

【請求項35】 前記バランスの程度を判別する手段を備え、

所定バランスの程度になるまで前記コイルに電流を流すようにしたことを特徴とする請求項31記載のロード・アンロード装置。

【請求項36】 ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して前記記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード動作を行うとともに、

前記ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、

検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、

AD変換された逆起電圧値を制御対象として前記アクチュエータの速度制御を行う制御手段と、

前記AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段とを備えたロード・アンロード装置の制御方法であって、

まず、コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にバランスをとるように構成されたブリッジ回路のバランスの程度を判別し、

所定バランスにないときは所定バランスの程度になるまで前記コイルに電流を流してバランスを改善し、次に、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎の前記AD変換手段の値からオフセットを測定するとともに、各電流値毎の前記AD変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定し、測定結果を基にロード・アンロード制御を実行することとを特徴とするロード・アンロード装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブ(HDD)等に用いられるディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法に係り、詳細には、記録媒体上に情報を書き込みまたはそこから情報を読み出すための変換器ヘッドを記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするためのロード・アンロード機構を有する、ディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク等のディスク記録媒体を回転させ、このディスクの回転により生じるエアベアリングにより、アクチュエータ機構のヘッドアームを構成するサスペンション・アセンブリに実装されたヘッドスライダをディスク表面から浮上させてディスクにデータを書き込み、またディスクからデータを読み込むディスクドライブ装置においては、ディスクが回転停止している非動作時に、ヘッドスライダをディスク表面の退避領域に着地させていた。退避領域はデータ領域外に形成されている。このようなディスクドライブ装置をコンタクト・スタート・ストップ型のディスクドライブ装置と称する。

【0003】上記のコンタクト・スタート・ストップ型のディスクドライブ装置においては、ヘッドスライダがデータ領域表面に吸着されたり、衝撃によりデータ領域に移動してディスク表面を傷つけたりする危険性があった。そこで、このような危険性を回避し、非動作時の信頼性を高めることを目的として、ヘッド・ロード・アンロード型と称されるディスクドライブ装置が開発されている。例えば、ヘッド・ロード・アンロード型のディスクドライブ装置は、ヘッド・ロード・アンロード機構を備える。ヘッド・ロード・アンロード機構は、例えば、ヘッドアームのサスペンション・アセンブリと、ディスクドライブ装置に設けられたランプ・ブロックと称される部品とにより構成されるヘッド保持機構を備え、ディスクドライブ装置の非動作時に、ランプ・ブロックにサスペンション・アセンブリを保持させることにより、ヘッドスライダをディスク表面に接触させずに退避位置にアンロードするものである。上記サスペンション・アセンブリには凸部を有するタブが設けられており、また上

記のランプ・ブロックにはランプが形成されている。ランプ・ブロックはランプがディスクの外周部近傍に位置するように配設されている。ランプ表面は、第1斜面、第2斜面、及びタブ保持平面を有する複合平面である。なお、第1斜面及び第2斜面の間に水平面(頂部平面)を設けても良い。

【0004】ヘッド・ロード・アンロード機構は、ディスクドライブ装置の動作を停止するとき、ヘッドアームを回転させ、サスペンション・アセンブリのタブ凸部をランプのタブ保持平面に載せることにより、ヘッドスライダをアンロードする。ヘッドスライダをアンロードする際、タブ凸部は、まずランプの第1斜面に接触し、第1斜面、第2斜面を摺動してタブ保持平面に至る。また、ディスクドライブ装置が動作を開始するときは、ヘッド・ロード・アンロード機構は、ヘッドアームを回転させ、ヘッドスライダを回転するディスク表面上空にロードする。ヘッドスライダのロードの際、タブ凸部は、タブ保持平面、第2斜面、第1斜面を摺動し、第1斜面から離れる。

【0005】ところで、上記ヘッド・ロード・アンロード機構では、一般にランプ及び平面上のヘッドスライダの位置及び移動速度を検出するための特別なセンサは設置されておらず、アクチュエータの速度制御はヘッド移動用直流モータ(例えば、ボイス・コイル・モータ:VCM)コイル両端に生じる逆起電圧を検出することにより行う。すなわち、VCMを含むアクチュエータは、VCM駆動回路により駆動されるが、逆に、このアクチュエータが移動するとVCMコイル両端には逆起電圧が生ずる。したがって、VCMコイル両端に生じる逆起電圧を検出し制御対象に用いるようにすれば、ロード時及びアンロード時のヘッドスライダの速度制御が可能になる。安定した速度制御を行うためには、速度制御情報となる逆起電圧を正確に検出することが不可欠である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこのような従来のヘッド・ロード・アンロード機構を備えたディスクドライブ装置には、以下のような理由でロード時及びアンロード時のヘッドスライダの速度制御の信頼性向上に問題があった。

【0007】(1)VCMコイル両端に生じる逆起電圧をADコンバータで測定しこれを制御対象に用いる場合、逆起電圧がゼロの時、VCMコイルに流した電流とこの時のADコンバータの読みが線形特性を示さない場合がある。すなわち、ハードウェアの特性上、実際に期待する線形特性を示さない非線形領域が存在し、ロード時及びアンロード時においてヘッドスライダを正確に制御するためには、線形動作範囲内で速度制御を行う必要がある。上記非線形領域は個々の装置、又は同一装置であっても使用状況によって変動することがある。また、上記非線形領域に加えて、後述するように、オフセット値の

変動や温度によるVCMコイル抵抗値の変動があるため、これら変動要素をも考慮して線形動作範囲内で速度制御を行う必要がある。

【0008】従来では有効なハードウェアの線形動作範囲を検知せずにヘッドスライダの速度制御を行っていたため、ランプの摩擦が増大した時などコントロール電流が線形動作範囲を超えて非線形領域に達してしまうと、発振あるいは予期せぬ制御エラーが発生して速度制御不能の状態に陥ることがある。この結果、ディスクに傷を付けたり、ユーザデータを消失してしまうという重大な事態を招くおそれがある。また、有効なハードウェアの線形動作範囲を検知していないために最適な速度制御を行えない場合があった。

【0009】(2)VCMコイル両端に生じる逆起電圧をADコンバータで測定しこれを制御対象に用いる場合、逆起電圧成分を計算するために、コントロール電流がゼロの時のADコンバータの値(すなわち、オフセット値)が必要となる。

【0010】従来では実際に電流をゼロとし、その時のADコンバータの値をオフセット値として扱っていた。しかし、電流がゼロであるため、アクチュエータには全く力が加わっていない状態になるので、この間に回転方向の外乱を受けた場合、アクチュエータはオフセット値測定中に容易に動いてしまうことになる。すると、コイルがVCMの磁界を横切するため逆起電圧を生じ、これがADコンバータの測定に影響を与え、正確なオフセット値が得られないことになる。また、上記外乱の他に電圧変動があった場合もオフセット値測定に影響を与えることがある。

【0011】正確なオフセット値を得ていない状態で速度制御に入ると、オフセット値からの差分を現在の速度として制御を行うので、正しい目標設定ができないことになり、ヘッドを安全な速度でディスク上にロードできなくなってしまう。これによりディスクがダメージを受ける可能性が高くなり、またデータの信頼性にも影響を与える。同様の理由で、アンロード時に退避時間がかかる等の不具合を生じることになる。

【0012】(3)また、上記逆起電圧を検出するための逆起電圧検出回路は、演算増幅器を用いた抵抗のブリッジ回路で構成されており、各抵抗値のバランスをとることによってVCMコイル両端電圧を逆起電圧成分として検出している。しかし、VCMコイルは、温度による影響を受けやすくその抵抗値は温度によって大幅に変化する。例えば、コイル温度が上昇すると回路のバランスの崩れによって逆起電圧の検出が不正確となりコイルに印加する最大電流が制限されてしまう。これが原因でランプの摩擦に対抗する十分な電流量が取れないことによりヘッドのディスクに対する速度制御に不安定要素を与えていた。さらに、寒冷地等において電源投入時には温度が低い場合コイル抵抗値は非常に下がっており回路のバ

ランスが大きく崩れ、最大電流が大きく制限されることになる。これはロード及びアンロードの動作において、ヘッドをランプからディスク上にロードできなくなる、すなわちデータを読み出すことができなくなるという致命的なエラーの原因となりうる。

【0013】以上のように、従来のヘッド・ロード・アンロード機構を備えたディスクドライブ装置では、逆起電圧を検出する際に、ハードウェアの特性に起因する非線形領域で速度制御を行うことによるディスク破損等の可能性による信頼性の低下に加え、その有効線形領域内における速度制御状況をさらに悪化させるオフセット値変動、温度変化によるコイル抵抗値の変化が発生してしまうため、ロード時及びアンロード時のヘッドスライダの速度制御の信頼性を大きく損なっていた。

【0014】本発明は、有効線形動作範囲を検知することができ、安定した速度制御を行ってデータの信頼性を向上させるディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法を提供することを第1の目的とする。

【0015】本発明は、振動等の外乱や電圧変動がある場合であっても正確なオフセット値を検出することができ、ヘッドのロード及びアンロードの信頼性を向上させ、データの信頼性を向上させるディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法を提供することを第2の目的とする。

【0016】本発明は、温度変化がある場合であってもヘッド及びスライダがディスクを傷つけるような速度制御の不安定要素を取り除き、より安定してヘッドをランプからロード及びアンロードして、ハードディスクの信頼性を向上させるディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法を提供することを第3の目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明のディスクドライブ装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し/書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードしまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段を備え、制御手段は、測定されたダイナミックレンジに基づいて速度制御を行うことを特徴とする。

【0018】本発明のディスクドライブ装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し/書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチ

ュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段を備え、制御手段は、測定されたオフセットに基づいて速度制御を行うことを特徴とする。

【0019】本発明のディスクドライブ装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード機構を有し、さらに、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備えたディスクドライブ装置であって、逆起電圧検出手段は、ボイスコイルモータのコイルの抵抗を所定の抵抗とバランスさせて、該コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路を備え、コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にブリッジ回路のバランスをとるように構成したことを特徴とする。

【0020】上記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のAD変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定するものであってもよい。

【0021】上記キャリブレーション手段は、AD変換手段の期待値と実測値との差が所定以上になったとき、非線形領域であると判定するものであってもよい。

【0022】上記キャリブレーション手段は、AD変換手段の実測値を過去値として格納し、AD変換手段の期待値と実測値との差が所定以上になったとき、非線形領域と判定して格納した過去値を用いるものであってもよい。

【0023】上記キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のAD変換手段の値からオフセットを測定するものであってもよい。

【0024】上記キャリブレーション手段は、ボイスコイルに複数の電流（但し、ゼロを除く）を流し、各電流値のAD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時のAD変換手段の値を、オフセットとして測定するものであってもよい。

【0025】また、発明のディスクドライブ装置は、バランスの程度を判別する手段を備え、所定バランスの程度になるまでコイルに電流を流すようにしたものであ

てもよい。

【0026】本発明のロード・アンロード装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段と、AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段とを備え、キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のAD変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定することを特徴とする。

【0027】本発明のロード・アンロード装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段と、AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段とを備え、キャリブレーション手段は、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のAD変換手段の値からオフセットを測定することを特徴とする。

【0028】本発明のロード・アンロード装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置において、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段と、AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段とを備え、キャリブレーション手段は、ボイスコイルに複数の電流（但し、ゼロを除く）を流し、各電流値のAD変換手段の値から1次補間により印加電流がゼロの時のAD変換手段の値を、オフセットとして測定することを特徴とする。

【0029】本発明のロード・アンロード装置は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドと、ヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード装置におい

て、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段とを備え、逆起電圧検出手段は、ボイスコイルモータのコイルの抵抗を所定の抵抗とバランスさせて、該コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路を有し、コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にブリッジ回路のバランスをとるように構成したことを特徴とする。

【0030】本発明のロード・アンロード装置の制御方法は、ディスク状記録媒体に対しデータの読み出し／書き込みを行うヘッドをボイスコイルモータを備えたアクチュエータにより駆動して記録媒体上にロードまたはそこからアンロードするロード・アンロード動作を行うとともに、ボイスコイルモータに生ずる逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、検出された逆起電圧をデジタル信号に変換するAD変換手段と、AD変換された逆起電圧値を制御対象としてアクチュエータの速度制御を行う制御手段と、AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段とを備えたロード・アンロード装置の制御方法であって、まず、コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にバランスをとるように構成されたブリッジ回路のバランスの程度を判別し、所定バランスにないときは所定バランスの程度になるまでコイルに電流を流してバランスを改善し、次に、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のAD変換手段の値からオフセットを測定するとともに、各電流値毎のAD変換手段の値の飽和レベルからダイナミックレンジを測定し、測定結果を基にロード・アンロード制御を実行することを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明に係るディスクドライブ装置は、ロード・アンロード機構を有する小型HDDに適用することができる。

【0032】第1の実施形態

図1は本発明の第1の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【0033】図1において、ディスクドライブ装置10は、データ記録媒体である磁気ディスク等のディスク11、ディスク11を回転駆動するスピンドルモータを含むVCMスピンドルドライバ12、ディスク11にデータの読み出し／書き込みを行うための磁気ヘッド13、磁気ヘッド13を有するヘッドスライダを磁気ディスク11表面上空及び退避位置に移動させるアクチュエータ機構14、ランプ・ブロック15、アクチュエータの速度制御、該速度制御に先立って動作範囲・オフセット値等を検出するキャリブレーション制御及び、ディスク11に対しデータの読み出し／書き込み等の動作を制御す

るCPU／ハードディスクコントローラ(Hard Disk Controller: HDC)16から構成される。このディスクドライブ装置は、ヘッド・ロード・アンロード機構を備えており、動作開始の際にヘッドスライダをディスク11表面上空にロードし、また動作停止の際にヘッドスライダをディスク11表面上空から退避位置にアンロードする。

【0034】ディスク11は、スピンドルモータのロータ部に固定されている。ディスク11は、ディスクドライブ装置10が動作しているとき、スピンドルモータのスピンドル軸を中心にして回転駆動され、ディスクドライブ装置10が非動作のとき、回転停止(静止)する。ディスク11の表面には、データが記録されるデータ領域と、サーボデータが予め記録されているサーボ領域とを含むトラックが同心円状に配置されている。ディスク11は1枚または複数枚搭載されている。

【0035】VCMスピンドルドライバ12は、ディスク11を回転駆動するスピンドルモータと、逆起電圧を検出する逆起電圧検出回路等から構成される。

【0036】アクチュエータ機構14は、ヘッド・サスペンション機構(図示略)、旋回軸17に揺動自在に支持されたアーム18、アーム18を旋回駆動するボイスコイルモータ(VCM)19を有する。また、ボイスコイルモータ(VCM)19は、図示しないVCM駆動回路により駆動される。

【0037】磁気ヘッド13を有するヘッドスライダが磁気ディスク11表面上空にあるときは、ヘッド位置を示す信号がCPU/HDC16に入力され、また、ヘッドスライダのロード及びアンロード制御を行う場合には、VCMスピンドルドライバ12内部の逆起電圧検出回路により検出された逆起電圧(*)がCPU/HDC16に入力される。

【0038】ランプ・ブロック15は、ディスク11の径方向外側に設置され、側面から水平方向に凸設した複数のランプ(RAMP)を有する。ランプには、ディスク11の外周部にヘッドスライダが接触しない位置において、タブ凸部を安定的に保持するための凹部が形成されている。

【0039】CPU/HDC16は、アクチュエータの速度制御を行うとともに、該速度制御に先立って有効なハードウェアの線形動作範囲を検知するキャリブレーション制御を行うCPUと、ディスク11に対しデータの読み出し／書き込み等の動作を制御するHDCと、位置検出信号や上記逆起電圧等の検出信号を増幅する増幅回路、波形整形回路、アナログ・デジタル変換器(ADC)及びデジタル・アナログ変換器(DAC)等をモジュール化した構成となっている。

【0040】特に、CPU/HDC16は、キャリブレーション制御を行うための回路部として、オフセット・スロープ測定部21、期待値計算器22、誤差計算器2

3、比較器24、有効範囲決定器25を有している。これら回路部は、電子回路等によりハード的に構成してもよいが、本実施形態ではCPUによる演算処理によりソフトウェアで実現している。

【0041】また、CPU/HDC16は、ディスクドライブ装置10が動作を停止する際に、アクチュエータ機構14のボイスコイル19に駆動電流を流し、アーム18を旋回させ、ヘッドスライダをディスク11の表面上空から退避位置にアンロードさせる。また、ディスクドライブ装置10が動作を開始する際に、アーム18を旋回させ、回転動作を開始したディスク11表面の上空にヘッドスライダをロードさせる。さらにヘッドスライダの磁気ヘッド13により読み込まれたサーボデータに基づいてヘッドスライダを所望のデータ領域上に移動させる。図1は、ヘッドスライダがロードされた状態を示している。

【0042】以下、上述のように構成されたディスクドライブ装置10の動作を説明するが、まず、本発明の基本的な考え方について述べる。

【0043】アクチュエータをランプからロード及びアンロードさせる機構を持つハードディスク装置において、VCMコイル両端に生ずる逆起電圧を逆起電圧検出回路により検出し、検出した逆起電圧をADコンバータを介してCPUに入力しこれを制御対象にしてアクチュエータの速度制御を行う場合、逆起電圧がゼロの時、VCMコイルに流した電流（VCM電流という）とこの時のADコンバータの値が、ハードウェアの特性上、実際に期待する線形特性を示さない場合がある。

【0044】図2は上記VCM電流に該当するCPUからのDAC出力と上記ADコンバータの値との関係を示す特性図であり、図中、□（黒塗り）はADコンバータの期待値、◆はADコンバータの実測値、-（直線）はそれらの値から見出されたADコンバータの上限値、●は測定されたオフセット値、★はADコンバータの下限値を示す。

【0045】図2に示すように、VCM電流とADコンバータの値の特性は、ある値のオフセットを持ちある傾きを持った線形特性であるが、◆印に示すようにADコンバータの上限値及び下限値近傍は非線形領域となっている。

【0046】そこで、ランプ上から速度制御で信頼度の高いロードを行う前に、ハードウェアの有効な範囲、すなわちVCM電流とADコンバータの値の関係の線形領域を検知するキャリブレーション制御を行うことが不可欠となり、かつロード制御開始前のランプ上でこのキャリブレーション制御を行う必要がある。

【0047】以下、キャリブレーション制御が必要な理由について詳細に説明する。

【0048】図3はロード時のアクチュエータの速度制御を説明するための電流印加を示す図である。図3に示

すように、ロード用ランプ上をアクチュエータがローディングする場合、速度制御を開始した直後は初期の静止摩擦等により大きな電流値が必要となり、その後は図2実線に示すような電流を印加する速度制御となる。このような速度制御は、VCM電流とADコンバータの値の関係が線形領域内にあることを前提としている。

【0049】しかし、従来例では、図2に示す特性の傾き及びオフセットの測定は行うものの、ハードウェアの有効な線形範囲、すなわちダイナミックレンジを求めることは行っていなかった。そのため、ランプの摩擦が増大した時など電流がこの範囲を超えて動作をさせようとしたとき、非線形領域に達し、発振あるいは速度制御不可能の状態に陥りハードディスク損傷を引き起こす基になっていた。例えば、図3の鎖線部までが上限の線形範囲である場合には、この範囲を超えた電流の制御は予期せぬ制御エラーを引き起こす可能性がある。具体的には、有効なハードウェアの線形動作範囲を検知できずに非線形領域での速度制御の動作を行うと、予期せぬ制御エラーが発生し、ヘッドがディスクに向かう速度が制御不能になる。その結果、ディスクに傷を付けたり、ユーザデータを消失してしまうおそれがある。

【0050】本発明は上記状態を未然に回避するため、動作範囲を検知し、安定した速度制御を行うことでデータの信頼性を向上させるものである。例えば、動作範囲を検知していれば、図3破線に示すような電流を印加する速度制御を行えばよい。

【0051】本発明者らは、電流の符号（極性）を変えながら所定の矩形電流を印加すると、アクチュエータは静止し続けていることに着目し、電流の符号を変えながら矩形電流値を増加させ、各電流値の時のADコンバータの値を測定してハードウェアの有効な線形範囲を検知するようにする。

【0052】図4はキャリブレーション中のVCM電流とADコンバータの読みとの関係を示す図である。

【0053】(1)最初に適当な初期電流値を一定時間VCMコイルに流し、この時のADコンバータの値を読む。

【0054】(2)順次符号を変えながらVCMコイルに印加する矩形電流値を増やしていくとともに、各電流値毎にADコンバータの値を記憶していく。ある電流値に達した時のADコンバータの値から線形特性の傾き、すなわち電流値に対するADコンバータの値の変化率を求め、更に電流値がゼロの時のADコンバータの値、すなわちオフセットを求める。

【0055】(3)以後、傾きとオフセットから計算される期待値と実際のADコンバータの値とが、あるクライトエリアを超えるようになった時、これより以前の適当な時期に印加した電流値とその時のADコンバータの値が実際に測定されたダイナミックレンジとなる。例えば、図4(B)に示すように、aがプラス飽和レベル、

bがマイナス飽和レベルとなり、両者の飽和領域範囲がダイナミックレンジとなる。また、オフセットはダイナミックレンジ内で線形がある程度保証されている範囲内で求める。

【0056】(4)符号を変えながら各電流値に対して短い時間で順次測定していく。これにより、アクチュエータはランプ上で一方方向に動き出すことがなく、両端の電流対のADコンバータの特性を測定することができる。したがって、図4(B)に示すような飽和レベルがある場合、ハードウェアの飽和領域として考慮することが可能になる。例えば、ハードウェアの飽和領域が前記図3破線に示すような場合には、この値で電流をクリップさせる。

【0057】次に、上記基本的な考え方に基づいてディスクドライブ装置10の動作を詳細に説明する。

【0058】図5、図7及び図9は上記キャリブレーション制御の動作を示すフローチャートであり、図5はそのメインフローを、図7及び図9はそのサブルーチンの動作を示す。なお、図中、STはフローのステップを示す。

【0059】本フローはCPU/HDC16によりロード及びアンロード制御に先立って毎回実行される。また、電源投入時、及びヘッドがディスク上にないとき(すなわち、ディスク上のヘッド位置を示すサーボ情報が読み取れないとき)は、アクチュエータを最外周部まで退避させた後、本フローがスタートする。

【0060】図5において、まず、プログラムがスタートすると、ステップST11で各パラメータを初期化する。パラメータとしては、以下のものがありこれらを初期化(=0)する。線形特性の傾き $Slope=0$ 、オフセットに相当するADコンバータの値の midpoint $offset=0$ 、

プラス飽和レベル $AD_sat_p=0$ (図8参照)、

マイナス飽和レベル $AD_sat_m=0$ 、

プラス方向のADコンバータの現在値 $AD_p=0$ 、

プラス方向のADコンバータの1つ前の値 $AD_p1=0$ 、

プラス方向のADコンバータの2つ前の値 $AD_p2=0$ 、

マイナス方向のADコンバータの現在値 $AD_m=0$ 、

マイナス方向のADコンバータの1つ前の値 $AD_m1=0$ 、

マイナス方向のADコンバータの2つ前の値 $AD_m2=0$ 、

中点が求められたことを示すフラグ $offset_done?=0$ 、

上記 AD_p1 、 AD_p2 、 AD_m1 及び AD_m2 は、現在値 AD_p 、 AD_m の過去値であり、ADコンバータの測定値と期待値が所定のクライテリアを超えた時、これら過去値を用いるようにする。また、中点

は、ADコンバータ値を2~3点得た時点で求めるようにするが、フラグ $offset_done$ は中点が求め終わったことを表すものである。

【0061】次いで、ステップST12でVCMコイルに印加する矩形電流Iを初期化する($I=I_init$)。ここで、印加する矩形電流Iは、 $I=0$ からでもよいが、本実施形態では任意の電流値から順次符号を変えながら電流を印加できるようにして、処理時間の短縮を図るようにしている。例えば、前記図4(A)の場合は電流 $I=0$ からの測定例を模式的に示しているが、cに示す電流値から開始するものである。

【0062】ステップST13~ステップST15では、プラス方向のADコンバータの読み取りを行い、反転後、ステップST17~ステップST19でマイナス方向のADコンバータの読み取りを行う。

【0063】すなわち、ステップST13でCPU/HDC16からVCMスピンドルドライバ12に所定のVCM電流を出力し(DACout)、ステップST13で逆起電圧検出回路により検出された逆起電圧のADコンバータの値を読み(RerdAD)、この値をプラス側AD値として格納する($AD_p=AD$)。ここで、DACoutとAD値との関係は、図6に示すようなものである。図6(a)における線形特性の傾きは、主としてVCMコイルの抵抗値の温度変化に起因するものである。動作点はこの線形特性上にあり、かつ線形特性の傾きの外側に速度分の測定領域があるため、ダイナミックレンジを大きくとるためには線形特性の傾き θ はできるだけ小さい方がよい。

【0064】図5に戻って、ステップST15でADコンバータの読みをチェックするCheckADルーチン処理(図7で後述する)を行い、ステップST16で電流値をマイナス側に反転させる($I=-I$)。

【0065】次いで、ステップST17で図6に示すように上記プラス側のVCM電流と大きさは同じで、かつ符号をマイナス側に変えたVCM電流を出力し(DACout)、ステップST18で逆起電圧のADコンバータの値を読み(RerdAD)、この値をマイナス側AD値として格納する($AD_m=AD$)。

【0066】次いで、ステップST19でADコンバータの読みをチェックするCheckADルーチン処理(図7で後述する)を行い、ステップST20に進む。

【0067】上記ステップST15及びST19のCheckAD処理は、電流の符号(極性)を変えながら順次電流を増やしていった場合の、飽和レベルを適切に判断しダイナミックレンジを求める処理であり、図7において後述する。

【0068】ステップST20~ステップST23では、オフセットとなる中点 $offset$ を求める。まず、ステップST20で中点が求められたことを示すフラグ $offset_done$ が立てられているか(of

fset_done=1?)をチェックし、フラグoffset_doneが立っているときは既に中点が得られているときであるから以下の処理は行わずステップST24に進む。

【0069】フラグoffset_doneが立っていないときは、ステップST21で電流の絶対値 $|I|$ が所定値I_offset_valより大きいかなかを判別し、 $|I| > I_offset_val$ のときは中点が検出可能であると判断してステップST22に進む。すなわち、図6に示すように、1回目、2回目…と符号を変えながら順次電流を増やして測定し、電流の絶対値 $|I|$ が所定値I_offset_valを超えたと

$$offset = (AD_p + AD_m) / 2 \quad \dots (1)$$

$$slope = (AD_p - AD_m) / (2 \times I) \quad \dots (2)$$

例えば、中点はADコンバータ値を2～3点得た時点で求め、中点を求め終わったらフラグoffset_doneに1を立てる。中点は飽和レベルを検出する前の線形が保証されている辺りで早めに求める。

【0072】次いで、ステップST23でオフセットが得られていることを示すフラグset_offset_done_flagを立てて(set_offset_done_flag=1)ステップST24に進む。

【0073】ステップST24では、AD値をアップデートするUpdate AD value処理(図9で後述する)を行い、ステップST25で電流Iの極性を変え($I = -I$)、ステップST26で電流値を増加した次の電流Iに対して処理を行うために電流Iをインクリメントして($I = I + I_step$)ステップST27に進む。

【0074】次いで、ステップST27で電流Iが所定の最大値を超えたか($I > I_max$)かを判別し、 $I > I_max$ のときはオフセット及び傾きが測定できたと判断して本フローの処理を終え、 $I \leq I_max$ のときはステップST13に戻って上記処理を繰り返す。

【0075】図7は上記CheckAD処理を実行するためのサブルーチンであり、本フローは前記図5のステップST15及びステップST19において割り込み実行される。

【0076】まず、ステップST31で中点が求められたことを示すフラグoffset_doneが立っているか(offset_done=1?)をチェックし、フラグoffset_doneが立っていないときは中点が得られていないときであるから以下の処理は行わず本サブルーチンを終了する。

【0077】フラグoffset_doneが立っているときはステップST32で計算によりDACoutに対するADコンバータの期待値AD_expectを求め、ステップST33でADコンバータの実測値ADと期待値AD_expectとからADコンバータの誤差

き、適切なオフセット及び傾きを求める条件下になったと判断してステップST22以下の処理に進む。なお、図6(a)では電流 $I = 0$ から測定を開始する例を示したが、これに限らず任意の値、例えば図6(a)の3回目に示すような電流値から測定を開始してオフセット及び傾きをより速く検知するようにしてもよい。

【0070】ステップST22では、次式(1)及び(2)に従って中点offset及び傾きslopeを計算する。なお、この計算により求められた中点offsetが、以降のロード・アンロード速度制御に用いられるオフセットとなる。

【0071】

値AD_errを計算する。

【0078】図8はCheckAD動作を説明するための図であり、プラス側の飽和レベルを求める場合の例である。

【0079】図8の線形部はADコンバータの期待値AD_expectを、飽和曲線部はADコンバータの実測値ADを表す。図8では、ADコンバータの現在値AD_p、その1つ前の値AD_p1、その2つ前の値AD_p2をそれぞれ示している。図8に示すように、AD_errは、計算により求めたADコンバータの期待値AD_expectとADコンバータの実測値ADとの差値を表すものとなる。

【0080】図7に戻って、ステップST33で上記AD_errの絶対値が所定のクライテリアを超えたか

($|AD_err| > criteria$)かを判別し、AD_errの絶対値が所定のクライテリアを超えたときは所定の飽和レベルに達したと判断してステップST34で極性がプラスか否かを判別する。本サブルーチンは、前記図5のステップST15及びステップST19においてプラス側とマイナス側それぞれの場合に用いるため、このステップST34においてプラス側とマイナス側とに振り分ける。

【0081】極性がプラスのときはステップST35で現在値AD_pの2つ前の値AD_p2を飽和点(saturation point)として($AD_sat_p = AD_p2$)本フローの処理を終え、極性がマイナスのときはステップST36で現在値AD_mの2つ前の値AD_m2を飽和点として($AD_sat_m = AD_m2$)本フローの処理を終える。

【0082】このように、AD_errの絶対値が所定のクライテリアを超えた時の現在値より2つ前の過去値を、ダイナミックレンジの飽和点として設定する。例えば、図8に示すAD_pの時点でクライテリアを超えたとすると2つ前の値AD_p2のところを飽和点として設定する。すなわち、AD_errの絶対値がクライテリアを超えた時、実際にはその少し前から非線形状態と

なっている。そこで過去の履歴を格納しておき、クライトエリアを超えた時に、例えばその2つ前の値を用いるようにする。本実施形態では、2つ前の値としているが、これに限定されず、クライテリアの設定条件、サンプリング間隔等により適当な過去値を用いることができる。

【0083】図9は上記Update AD value処理を実行するためのサブルーチンであり、本フローは前記図5のステップST24において実行される。

【0084】ステップST41でプラス側のADコンバータの1つ前の値AD_{p1}を2つ前の値AD_{p2}に、現在値AD_pを1つ前の値AD_{p1}にするとともに、マイナス側のADコンバータの1つ前の値AD_{m1}を2つ前の値AD_{m2}に、現在値AD_mを1つ前の値AD_{m1}にそれぞれ更新して本フローを終了する。

【0085】以上説明したように、第1の実施形態に係るディスクドライブ装置10は、ディスク11を回転駆動するVCMスピンドルドライバ12、磁気ヘッド13、磁気ヘッド13を有するヘッドスライダを磁気ディスク11表面上空及び退避位置に移動させるアクチュエータ機構14、ランプ・ブロック15、アクチュエータの速度制御、該速度制御に先立ってADコンバータのオフセット及びダイナミックレンジを検出するキャリブレーション制御及び、ディスク11に対しデータの読み出し/書き込み等の動作を制御するCPU/HDC16を備え、順次符号を変えながらボイスコイルに印加する矩形電流値を増やし、各電流値毎のADコンバータの値からオフセットを測定するとともに、ADコンバータの期待値と実測値との差が所定以上になったとき、非線形領域であると判定してダイナミックレンジを測定し、さらにこの場合、格納しておいた過去値を用いるようにしているので、有効線形動作範囲を検知することができ、安定した速度制御を行ってデータの信頼性を向上させることができる。

【0086】このように、線形範囲を超える電流の印加を未然に回避することができ、予期せぬ制御エラーによりディスクに傷を付けたり、ユーザデータを消失してしまう事態を確実に防止することができる。

【0087】図10は実際のHDD上に適用したキャリブレーション制御の実験例を示す図であり、ロード時のキャリブレーションのVCM電流とADコンバータの読みとの関係を示している。

【0088】図10に示すように、ハードウェアの有効な線形範囲であるダイナミックレンジを検知することができ、このダイナミックレンジを基に安定した速度制御を行うことで信頼性を向上させることができる。

【0089】また、本実施形態では、ADコンバータの期待値と実測値の差の絶対値がクライテリアを超えた時、2つ前の値を用いるようにしているので、確実に線

形範囲の値を使用することができ、信頼性をより一層高めることができる。

【0090】さらに、上記キャリブレーション制御を、ロード・アンロード制御及びアクチュエータの速度制御の開始に先立って毎回実行するようにすれば、その時点のハードウェアの使用状況に応じた最適な制御が可能になる。

【0091】なお、本実施形態では、ADコンバータの期待値と実測値との差が所定クライテリア以上になったとき、非線形領域であると判定し2つ前の過去値を用いるようにしているが、これに限定されず、クライテリアの設定条件、サンプリング間隔等により適当な値を用いることができる。

【0092】また、本実施形態では、各電流値毎のADコンバータの値からオフセット、及びダイナミックレンジを測定するようにしているが、何れか一方を測定する態様であってもよいことは言うまでもない。また、ADコンバータ値を2〜3点得た時点でオフセットを求めるようにしているが、これに限らず、例えばダイナミックレンジ測定後に求めるようにしてもよい。

【0093】上述した第1の実施形態によるキャリブレーション制御によりダイナミックレンジとオフセットを得ることができ、このキャリブレーション結果を用いることでロード・アンロード制御の信頼性を格段に高めることが可能になった。ところで、第1の実施形態は、アクチュエータがランプ・ブロックの退避位置にある場合のキャリブレーション制御であるためアクチュエータがランプ・ブロック上にないアンロード時にはオフセットを求めることはしていない。しかし、アンロード制御の信頼性を高めるためにはこのアンロード時のオフセットも必要になる。そこでアンロード時のオフセットの検出方法を第2の実施形態において説明する。

【0094】第2の実施形態

第2の実施形態に係るディスクドライブ装置は、ロード・アンロード機構を有する小型HDDに適用することができる。

【0095】図11は本発明の第2の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施形態に係るディスクドライブ装置の説明にあたり図1に示すディスクドライブ装置と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0096】図11において、ディスクドライブ装置30は、データ記録媒体である磁気ディスク等のディスク11、ディスク11を回転駆動するスピンドルモータを含むVCMスピンドルドライバ12、ディスク11にデータの読み出し/書き込みを行うための磁気ヘッド13、磁気ヘッド13を有するヘッドスライダを磁気ディスク11表面上空及び退避位置に移動させるアクチュエータ機構14、ランプ・ブロック15、アクチュエータの速度制御、該速度制御に先立ってオフセット値を検出

するキャリブレーション制御及び、ディスク11に対しデータの読み出し／書き込み等の動作を制御するCPU／ハードディスクコントローラ（Hard Disk Controller: HDC）31から構成される。このディスクドライブ装置は、ヘッド・ロード・アンロード機構を備えており、動作開始の際にヘッドスライダをディスク11表面上空にロードし、また動作停止の際にヘッドスライダをディスク11表面上空から退避位置にアンロードする。

【0097】磁気ヘッド13を有するヘッドスライダが磁気ディスク11表面上空にあるときは、ヘッド位置を示す信号がCPU/HDC31に入力され、また、ヘッドスライダのロード及びアンロード制御を行う場合には、VCMスピンドルドライブ12内部の逆起電圧検出回路により検出された逆起電圧（**）がCPU/HDC31に入力される。

【0098】CPU/HDC31は、アクチュエータの速度制御を行うとともに、該速度制御に先立って電流がゼロの時のADコンバータの値（すなわち、オフセット値）を検知するキャリブレーション制御を行うCPUと、ディスク11に対しデータの読み出し／書き込み等の動作を制御するHDCと、位置検出信号や上記逆起電圧等の検出信号を増幅する増幅回路、波形整形回路、アナログ・デジタル変換器（ADC）及びデジタル・アナログ変換器（DAC）等をモジュール化した構成となっている。

【0099】特に、CPU/HDC31は、キャリブレーション制御を行うための回路部として、ADコンバータ32、測定電流値設定器33、直線近似器34、交点（オフセット）計算器35を有している。これら回路部は、電子回路等によりハード的に構成してもよいが、本実施形態ではCPUによる演算処理によりソフトウェアで実現している。

【0100】また、CPU/HDC31は、ディスクドライブ装置30が動作を停止する際に、アクチュエータ機構14のボイスコイル19に駆動電流を流し、アーム18を回転させ、ヘッドスライダをディスク11の表面上空から退避位置にアンロードさせる。また、ディスクドライブ装置30が動作を開始する際に、アーム18を回転させ、回転動作を開始したディスク11表面上空にヘッドスライダをロードさせる。さらにヘッドスライダの磁気ヘッド13により読み込まれたサーボデータに基づいてヘッドスライダを所望のデータ領域上に移動させる。図11は、ヘッドスライダがディスク11上にある状態を示している。

【0101】以下、上述のように構成されたディスクドライブ装置30の動作を説明するが、まず、本発明の基本的な考え方について述べる。

【0102】アクチュエータをランプからロード及びアンロードさせる機構を持つハードディスク装置において、VCMコイル両端に生ずる逆起電圧を逆起電圧検出

回路により検出し、検出した逆起電圧をADコンバータを介してCPUに入力しこれを制御対象にしてアクチュエータの速度制御を行う場合、逆起電圧成分を計算するために、コントロール電流がゼロの時のADコンバータの値、すなわちオフセット値が必要になる。

【0103】図12は従来のオフセット検出方法を説明するための図である。図12に示すように、従来のオフセット検出方法では、実際に電流をゼロとし、その時のADコンバータの値をオフセット値として扱っていた。

【0104】しかし、電流がゼロであるため、アクチュエータには全く力が加わっていない状態になるので、この間に回転方向の外乱を受けた場合、アクチュエータはオフセット値測定中に容易に動いてしまうことになる。すると、コイルがVCMの磁界を横切るため逆起電圧を生じ、これがADコンバータの測定に影響を与え、正確なオフセット値が得られないことになる。また、ディスクドライブ装置がノートブック型コンピュータのディスクドライブ装置として用いられている場合、このディスクドライブ装置に供給される電源電圧が変動（特に、低下）することがある。逆起電圧を検出する逆起電圧検出回路のオペアンプに電圧依存がある場合にオフセット値が変わり正確な逆起電圧検出ができない。

【0105】正確なオフセット値を得ていない状態で速度制御に入ると、オフセット値からの差分を現在の速度として制御を行うので、正しい目標設定ができないことになり、ヘッドを安全な速度でディスク上にロードできなくなってしまう。これによりディスクがダメージを受ける可能性が高くなり、またデータの信頼性にも影響を与える。同様の理由で、アンロード時に退避時間がかかる等の不具合を生じることになる。

【0106】そこで本発明は、適正なバイアス電流を流してアクチュエータをインナー（INNER）側またはアウター（OUTER）側に押し付け、これによって測定中に容易に動かないようにしてバイアス電流値を測定し、測定した複数のバイアス電流値からオフセットを計算により求めるようにする。

【0107】図13は本方法によるバイアス電流によるオフセット検出方法を説明するための図である。

【0108】図13に示すように、適当な n 個（ n は自然数）の複数のバイアス電流をロード時はアウター側に、またアンロード時はインナー側というようにロード・アンロードする側と反対方向に一定時間流し、各々のADコンバータの値を測定する。この場合、アクチュエータはインナー側またはアウター側に押し付けられているため、振動等の外乱の影響を受けることはない。

【0109】そして測定された値を基に1次補間した直線を求め、電流がゼロの時のADコンバータの値を計算により算出する。

【0110】次に、上記基本的な考え方に基づいてディスクドライブ装置30の動作を詳細に説明する。

【0111】図14は上記オフセット測定動作を示すフローチャートである。

【0112】本フローはCPU/HDC31によりロード及びアンロード制御に先立って毎回実行される。

【0113】ここで、電源投入時、及びヘッドがディスク上にないとき（すなわち、ディスク上のヘッド位置を示すサーボ情報が読み取れないとき）は、アクチュエータを最外周部まで退避させた後、本フローがスタートする。また、ヘッドがディスク上にあるとき（すなわち、ディスク上のヘッド位置を示すサーボ情報が読み取れるとき）にアンロード制御を行う場合は、アクチュエータを一旦最内周部まで移動させた後、本フローがスタートする。

【0114】ロード・アンロードコマンドが発行された時、プログラムがスタートし、ステップST51でCPU/HDC31からVCMスピンドルドライバ12に、図15のA点のVCM電流（第2の電流）を出力し（DACout I (A)）、ステップST52でADコンバータの値を読み、この値をA点のAD値として格納する。

【0115】次いで、ステップST52で図15のB点のVCM電流（第1の電流）を出力し（DACout I (B)）、ステップST52でADコンバータの値を読み、この値をB点のAD値として格納する。

【0116】上記2つのバイアス電流値A、Bは、以下のような観点から適当な値が設定される。バイアス電流値Aは、振動の影響を受けないような最小電流値とする。また、バイアス電流Bは、ハードウェア的に求まるVCM電流I_{vcm}の最大許容値とする。具体的には、バイアス電流BはI_{vcm}とADコンバータの飽和特性の最悪ケースより計算により求める。例えば、予め実験等により飽和点以内で電圧変動をも考慮して最悪値を保証する電流値とする。また、前記第1の実施形態で求めたダイナミックレンジを基にバイアス電流Bを設定する態様であってもよい。さらに、直線の1次補間の精度を上げるためにバイアス電流値A、Bの差を最大にする値を選択する。

【0117】図14に戻って、ステップST55で2つのバイアス電流値A、Bにより測定したAD値から1次補間した直線の傾きSを計算し、ステップST56でこの直線のy切片を求める。

【0118】次いで、ステップST57で求めたy切片を電流がゼロの時のADコンバータの値、すなわちオフセットoffsetとして格納して本フローの処理を終了する。

【0119】以上説明したように、第2の実施形態に係るディスクドライブ装置30は、ボイスコイルに、ダイナミックレンジ範囲内の最適値を持つ第1の電流と、逆起電圧検出回路における電圧変動の影響を受けず、かつ、アクチュエータが外部からの振動の影響を受けない

ようにアクチュエータに力を付与する最小値を持つ第2の電流とを流し、各電流値のADコンバータの値から1次補間により印加電流がゼロの時のADコンバータの値を、オフセットとして測定するように構成したので、振動等の外乱や電圧変動がある場合であっても正確なオフセット値を検出することができ、ヘッドのロード及びアンロードの信頼性を向上させ、データの信頼性を向上させることができる。

【0120】すなわち、従来例では、アクチュエータには全く力が加わっていない状態でオフセットを検出していたため、外乱によりアクチュエータが動いて正確なオフセット値が得られないことがあり、また、供給される電源電圧が低下した場合にも正確なオフセット検出ができないことがあった。そのため、ヘッドを安全な速度でディスク上にロードできずデータの信頼性にも影響を与え、またアンロード時に退避時間がかかる等の不具合を生じていた。これに対し、本実施形態では、振動等の外乱や電圧変動がある場合であっても正確なオフセット値を検出することが可能になる。

【0121】さらに、本実施形態では、アクチュエータがランプ・ブロックの退避位置にない場合、例えばアンロード時であっても容易にオフセットを求めることが可能になる。

【0122】なお、本実施形態では、2つのバイアス電流値A、Bにより測定したAD値から1次補間により計算しているようにしているが、ボイスコイルに複数の電流を流し、各電流値のADコンバータの値から1次補間によりオフセットを求めるものであれば、電流値の設定方法や測定数、また補間の方法はどのようなものでもよいことは言うまでもない。

【0123】第3の実施形態

第3の実施形態に係るディスクドライブ装置は、ロード・アンロード機構を有する小型HDDに適用することができる。

【0124】図16は本発明の第3の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施形態に係るディスクドライブ装置の説明にあたり図1に示すディスクドライブ装置と同一構成部分には同一符号を付して重複部分の説明を省略する。

【0125】図16において、ディスクドライブ装置40は、データ記録媒体である磁気ディスク等のディスク11、ディスク11にデータの読み出し/書き込みを行うための磁気ヘッド13、磁気ヘッド13を有するヘッドスライダを磁気ディスク11表面上空及び退避位置に移動させるアクチュエータ機構14、ランプ・ブロック15、キャリブレーション制御及びアクチュエータの動作を制御するCPU41、ディスク11を回転駆動するスピンドルモータを含み、CPU41からのVCM電流によりVCMを駆動するVCMスピンドルドライバ42、VCMスピンドルドライバ42により通電されるV

CMコイル43、VCMコイル43に発生する逆起電圧を検出する逆起電圧検出回路44、逆起電圧検出回路44の出力V_{out}をデジタル信号に変換するADコンバータ45から構成される。

【0126】CPU41は、キャリブレーション制御を行うためのバランス計算器としての機能を有している。この回路部は、電子回路等によりハード的に構成してもよいが、本実施形態ではCPUによる演算処理によりソフトウェアで実現している。逆起電圧検出回路44は、オペアンプOP1、OP2、バランス抵抗R₀、R_g、抵抗R₁～R₆、出力端子V_{out}から構成される。

【0127】VCMコイル43の抵抗をR_{vcm}、R_{vcm}と直列に接続されたVCMドライバ42出力端子抵抗をR_{sens}（式では、R_sと表示）とすると、オペアンプOP1及び抵抗R_{vcm}、R_s、R₀、R

$$\begin{aligned} V_{out} &= (1/2) \times (R_4/R_1) \times (I_{vcm} \times R_s \times R_g/R_0 - V_{vcm}) + V_{ref}/2 \\ &= (1/2) \times (R_4/R_1) \times (I_{vcm} \times (R_s \times R_g/R_0 - R_{vcm}) + V_{bemf}) + V_{ref}/2 \quad \dots (3) \\ &= A \times (I_{vcm} \times dR + V_{bemf}) + B \quad \dots (4) \\ \text{ここで、} A &= (1/2) \times (R_4/R_1) \quad \dots (5) \\ dR &= R_s \times R_g/R_0 - R_{vcm} \quad \dots (6) \\ B &= V_{ref}/2 \end{aligned}$$

である。

【0131】VCMコイルに流せる最大電流I_{vcm}は、上記式(4)から式(7)で表される。式(7)か

$$I_{vcm} = (1/dR) \times ((V_{out} - B)/A - V_{bemf}) \quad \dots (7)$$

上記V_{out}は、CPU41のADコンバータ45に入力されるので、式(4)の電流比例項I_{vcm}×dRの項がADコンバータ45の測定範囲を超える要因となりうる。すなわち、上記式(7)に示すようにdRが大きい程、I_{vcm}の最大値が制限されることになる。

【0133】バランスがとれた状態（後述する式(9)を満たしている場合）では、dR=0であるが、R_v

$$dR(t_0) > dR(t_1) \quad (\approx \text{nearly ZERO}) \quad \dots (8)$$

以下、上述のように構成されたディスクドライブ装置40の動作を説明するが、まず、本発明の基本的な考え方について述べる。

【0135】ヘッドをランプ上からロード及びアンロードさせる機構を持つハードディスク装置において、VCMコイル43両端に生ずる逆起電圧を逆起電圧検出回路44により検出し、検出した逆起電圧をADコンバータ45を介してCPU41に入力しこれを制御対象にしてアクチュエータの速度制御を行う。

$$R_{vcm}/R_{sens} = R_g/R_0 \quad \dots (9)$$

このようなハードウェアにおいては、式(9)のバランスの程度によりVCMコイル43に流せる最大電流量が決定される。すなわち、式(9)に示すバランスが崩れ

gは全体としてブリッジ回路を構成し、このブリッジ回路が平衡状態にあるときはVCMコイル43に生じる電圧V_{vcm}はオペアンプOP1の出力に等しい。すなわち、VCMコイル43に生じる電圧V_{vcm}をオペアンプOP1出力に取り出すことができる。オペアンプOP2、抵抗R₁～R₆及び出力端子V_{out}は、オペアンプOP1出力を逆起電圧として出力する差動増幅回路である。

【0128】上記逆起電圧検出回路44の構成について説明する。

【0129】図16において、VCMコイル43に生ずる逆起電圧V_{bemf}は、抵抗R₅=R₆とすると、R₅/(R₅+R₆)=1/2であるから出力V_{out}は次式(3)または次式(4)で表される。

【0130】

ら分かるようにI_{vcm}は上記dRに反比例する。

【0132】

cmは電流を流すと容易に変化してしまうので、逆に電流をある程度流した後の状態（温度t₁）でdR=0となるようにしておけばよいことになる。すなわち、寒冷地や温度の低い環境下での電源投入時の温度をt₀、バランスがほぼとれた時の温度をt₁とすると、次式(8)を満たすようにVCM電流の強さと流す時間を調整すればよいことになる。

【0134】

【0136】この場合、正しくアクチュエータ制御を行うためには逆起電圧を正確に測定する必要がある。そのため、ヘッドをディスク上にロードするための速度制御に入る前に、VCMコイル43の抵抗値とカード上に設置された逆起電圧検出回路44のバランス抵抗R₀、R_gとのバランスの程度を測定する必要がある。このバランスの関係式は式(9)で示される。

【0137】

... (9)

ればそれだけVCMコイル43に流せる最大電流量が制限されることになる。

【0138】VCMコイル43の抵抗値R_{vcm}は、

長大な巻線抵抗からなり温度変化による影響を極めて受けやすく、抵抗値 R_{VCM} は電流が流れると容易に変化するため式 (9) に示すバランスが容易に崩れてしまうことになる。

【0139】従来の方法では、バランス抵抗 R_g には、常温で式 (9) に示すバランスが取れている状態での抵抗値が設定されており、コイル温度の上昇に対しては上記バランスの崩れによって最大電流が制限されてしまう。例えば、前記図 2 に示した線形領域の傾きの特性は、主としてコイル温度の変化に起因しており、コイル温度が上昇してバランスが崩れればそれだけ傾きは大きくなり、結果的に、ダイナミックレンジの減少から最大電流が制限されてしまうことになる。

【0140】このように最大電流が制限されると、ランプの摩擦に対抗する十分な電流量が取れないことになりヘッドのディスクに対する速度制御に不安定要素を与えていた。特に、寒冷地等における電源投入時には温度が低いため、コイル抵抗値は非常に下がっており、上記バランスが大きく崩れ、最大電流が大きく制限されることになる。これはロード及びアンロード動作において、ヘッドをランプからディスク上にロードできなくなる、すなわちデータを読み出すことができなくなるという致命的なエラーの原因となりうる。

【0141】そこで本発明は、VCMコイルの温度が常温かあるいは温度が少し上昇したようなところに上記式 (9) を満たすバランスのポイントを持ってくるようにハードウェアを設定する。例えば、図 16 において、バランス抵抗 R_g を選ぶようにする。図 17 を参照してより詳しく説明する。

【0142】図 17 は VCM 電流と AD コンバータの値との関係を示す特性図である。従来の方法では、バランス抵抗 R_g には、常温で上記式 (9) に示すバランスが取れている状態での抵抗値が設定されており、図 17 の破線に示すような特性となっていた。コイル温度が上昇すると、図 17 の破線に示す線形領域の傾きが正方向に大きくなる。

【0143】本発明では、VCMコイルの温度が常温に近いところに上記式 (9) を満たすバランスのポイントを持ってくるようにバランス抵抗 R_g の抵抗値を設定する。これにより、図 17 の a に示すように、電源投入時等 VCMコイルの温度が低いときには線形領域が負の傾きを持つようになっており、VCMコイルの温度上昇に従って傾きが小さくなり、VCMコイルの温度が常温に近いところで傾きが略ゼロになるようにするものである。したがって、常温においてダイナミックレンジを最大にすることができ、VCMコイルに流せる最大許容電流量を増加させることができる。

【0144】また、ロードの前にバランスの程度をチェックし、バランスがある程度とれるまで適当な電流（この電流は、例えば時間及び現在温度、温度上昇率、目標

バランス値の関数により設定する）を VCMコイルに流すという機能を備える。これにより低温環境（例えば、寒冷地や冬の朝の電源投入時）でのロード・アンロード時において、VCMコイルに電流を流すことによって VCMコイルを暖めコイル抵抗値を変えることによって逆起電圧検出回路 44 のバランス抵抗 R_g 、 R_0 とのバランスを改善させた後、アクチュエータの速度制御に移行することができる。

【0145】次に、上記基本的な考え方に基いてディスクドライブ装置 40 の動作を詳細に説明する。

【0146】図 18 は上記ウォームアップキャリブレーション制御の動作を示すフローチャートである。

【0147】本フローは CPU 41 によりロード及びアンロード制御に先立って電源投入時に実行される。

【0148】まず、ステップ ST 61 で参照電流をゼロとし ($I_{VCM} = 0$)、ステップ ST 62 で AD コンバータの読みを測定する。これにより、オフセット値 $offset_val$ を求める。本フロー及び図 17 においては、測定したオフセット $offset$ を r_0 とする。ここで、オフセット $offset$ は、上述した第 1 実施形態または第 2 の実施形態の方法により求めるようにしてもよい。

【0149】次いで、ステップ ST 63 でヒートアップのためのタイマーをスタートさせ、ステップ ST 64 でヒートアップ VCM 電流 I_{VCM} を印加する。

【0150】図 19 はバランスがクライテリアに達するまで流すヒートアップ VCM 電流を示す図である。図 19 において、このヒートアップ VCM 電流 I_{VCM} は、時間、バランスの目標値、現在のバランスの程度及び VCMコイル抵抗の変化率に関する関数を基に適当な電流値を設定する。

【0151】次いで、ステップ ST 65 でヒートアップ VCM 電流 I_{VCM} 印加による AD コンバータの読みを測定する。この時、得られた AD コンバータ測定値を r_1 とすると、VCM 電流と AD コンバータの値との関係は、図 17 の a で示される。また、図 20 は VCM 電流を流すことにより変化する AD コンバータの読みの値を示す図である。図 20 に示すように、VCM 電流を流すことにより VCMコイルが暖まり、AD コンバータの読みの値が減少していく。これは、前記図 17 の VCM 電流と AD コンバータの値との関係では、図中 a の特性が b の特性に変化することで示される。

【0152】次いで、ステップ ST 66 でバランスレベルを示す AD コンバータ測定値の差分の絶対値 ($|r_1 - r_0|$) をクライテリアと比較し、コールドアンバランスか否かを判別する。例えば、図 17 の a に示す状態で所定のクライテリア AD_cri と比較し、バランスレベル ($|r_1 - r_0|$) がクライテリア AD_cri より大きいときはウォームが必要なコールドアンバランスであると判断する。

【0153】コールドアンバランスのときは、ステップST67でタイムアウトか否かを判別し、タイムアウトでなければステップST68で所定時間タイムアップ($t = t + dt$)をしてステップST64に戻り、タイムアウトになるまで上記処理を繰り返す。タイマスタートによりタイムアウト時間内で電流を印加してコールドアンバランスを解消することにより必要以上に電流印加を続けることを防止するようにしている。なお、タイムアウト時間内でコールドアンバランスが解消されなかった場合でも次のステップST69に進みダイナミックレンジが狭いながらもキャリブレーション制御を行うようにしている。

【0154】図21はVCM電流を流すことにより改善される許容最大電流値の変化を示す特性図である。図21に示すように、VCMコイルの温度が常温に近づくに従って前記図17に示す線形領域の傾きが小さくなり、VCMコイルに流せる最大許容電流量を増加させることができる。

【0155】図18に戻って、上記ステップST67でタイムアウトのときはステップST69でキャリブレーション制御として前述した式(6)によりdRの測定を行う。例えば、キャリブレーション制御としては、前記第1の実施形態によるダイナミックレンジ測定によるキャリブレーションまたは前記第2の実施形態によるオフセット測定によるキャリブレーションを行うようにする。

【0156】キャリブレーション制御が終わるとステップST70でアクチュエータの速度制御を開始して本フローを終了する。

【0157】以上説明したように、第3の実施形態に係るディスクドライブ装置40は、キャリブレーション制御及びアクチュエータの動作を制御するCPU41、CPU41からのVCM電流によりVCMを駆動するVCMドライバ42、VCMドライバ42により通電されるVCMコイル43、VCMコイル43に発生する逆起電圧を検出する逆起電圧検出回路44、逆起電圧検出回路44の出力V_{out}をディジタル信号に変換するADコンバータ45を備え、逆起電圧検出回路44は、オペアンプOP1、OP2、バランス抵抗R₀、R_g、抵抗R₁~R₆、出力端子V_{out}から構成され、さらに、VCMコイル43の抵抗をR_{vcm}、R_{vcm}と直列に接続されたVCMドライバ42出力端子抵抗をR_{sens}としたとき、オペアンプOP1及び抵抗R_{vcm}、R_s、R₀、R_gは全体としてブリッジ回路を構成し、ブリッジ回路は、コイルの温度が常温のときのコイルの抵抗値R_{vcm}を基にバランスをとるようにしているので、温度変化がある場合であってもヘッド及びスライダがディスクを傷つけるような速度制御の不安定要素を取り除き、より安定してヘッドをランプからロード及びアンロードして、ハードディスクの信頼性を向

上させることができる。

【0158】すなわち、従来例では、コイル温度の上昇によりバランスが崩れ最大電流が制限され、ランプの摩擦に対抗する十分な電流量が取れないことになりヘッドのディスクに対する速度制御に不安定要素を与えていた。これに対し、本実施形態では、VCMコイルの温度が常温かあるいは温度が少し上昇したようなところに式(9)を満たすバランスのポイントを持ってくるようにしたので、常温においてダイナミックレンジを最大にすることができ、VCMコイルに流せる最大許容電流量を増加させることができる。

【0159】また、本実施形態では、ロードの前にバランスの程度をチェックし、バランスがある程度とれるまで適当な電流をVCMコイルに流すようにしているので、寒冷地や冬の朝の電源投入時等の低温環境下においても適切なロード・アンロード制御が可能になり、速やかにアクチュエータの速度制御に移行することができる。

【0160】なお、本実施形態では、VCMコイルの温度が常温または常温より少し上昇したところに式(9)を満たすバランスのポイントを持ってくるようにしているが、要はハードディスク装置の使用环境温度に近いところで最大許容電流が流せるようにできるものであればどのような温度でもよく、常温の温度範囲は種々の値をとることができる。

【0161】また、上記各実施形態では、本発明をHDDに適用した例を説明したが、これに限らず、ロード・アンロード機構を備えた装置であればどのような装置にでも本発明を適用できる。また、ロード・アンロード装置に用いてもよいことは言うまでもなく、上述の各実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0162】また、上記各実施形態では、コイル電流を例えば矩形電流としているが、電流印加の例は一例であることは言うまでもない。

【0163】さらに、上記ディスクドライブ装置を構成するHDC、ロード・アンロード機構、抵抗等の種類、数などは上述した実施形態に限られないことは言うまでもない。

【0164】

【発明の効果】本発明に係るディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法では、AD変換手段のダイナミックレンジを測定するキャリブレーション手段を備え、制御手段は、測定されたダイナミックレンジに基づいて速度制御を行うようにしたので、有効線形動作範囲を検知することができ、安定した速度制御を行ってデータの信頼性を向上させることができる。

【0165】本発明に係るディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法では、AD変換手段のオフセットを測定するキャリブレーション手段を備え、制御手段は、測定されたオフセットに基づいて速度

制御を行うようにしたので、振動等の外乱や電圧変動がある場合であっても正確なオフセット値を検出することができ、ヘッドのロード及びアンロードの信頼性を向上させ、データの信頼性を向上させることができる。

【0166】本発明に係るディスクドライブ装置、ロード・アンロード装置及びその制御方法では、逆起電圧検出手段が、ボイスコイルモータのコイルの抵抗を所定の抵抗とバランスさせて、該コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路を備え、コイルの温度が常温のときの該コイルの抵抗値を基にブリッジ回路のバランスをとるようにしたので、温度変化がある場合であってもヘッド及びスライダがディスクを傷つけるような速度制御の不安定要素を取り除き、より安定してヘッドをランプからロード及びアンロードして、ハードディスクの信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した第 1 の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】上記ディスクドライブ装置の VCM 電流に該当する CPU からの DAC 出力と上記 AD コンバータの値との関係を示す特性図である。

【図 3】上記ディスクドライブ装置のロード時のアクチュエータの速度制御を説明するための電流印加を示す図である。

【図 4】上記ディスクドライブ装置のキャリブレーション中の VCM 電流と AD コンバータの読みとの関係を示す図である。

【図 5】上記ディスクドライブ装置のキャリブレーション制御の動作を示すフローチャートである。

【図 6】上記ディスクドライブ装置のキャリブレーション制御の動作を説明するための図である。

【図 7】上記ディスクドライブ装置の Check AD 処理を実行するためのサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 8】上記ディスクドライブ装置の Check AD 動作を説明するための図である。

【図 9】上記ディスクドライブ装置の Update AD value 処理を実行するためのサブルーチンを示す

フローチャートである。

【図 10】上記ディスクドライブ装置の実際の HDD 上に適用したキャリブレーション制御の実験例を示す図である。

【図 11】本発明を適用した第 2 の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【図 12】上記ディスクドライブ装置のオフセット測定動作を説明するための従来の方法を示す図である。

【図 13】上記ディスクドライブ装置のオフセット測定動作を説明するための図である。

【図 14】上記ディスクドライブ装置のオフセット測定の動作を示すフローチャートである。

【図 15】上記ディスクドライブ装置のオフセット測定の動作を説明するための図である。

【図 16】本発明を適用した第 3 の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【図 17】上記ディスクドライブ装置の VCM 電流と AD コンバータの値との関係を示す特性図である。

【図 18】上記ディスクドライブ装置のウォームアップキャリブレーション制御の動作を示すフローチャートである。

【図 19】上記ディスクドライブ装置のバランスがクライテリアに達するまで流すヒートアップ VCM 電流を示す図である。

【図 20】上記ディスクドライブ装置の VCM 電流を流すことにより変化する AD コンバータの読みの値を示す図である。

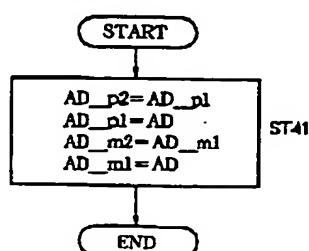
【図 21】上記ディスクドライブ装置の VCM 電流を流すことにより改善される許容最大電流値の変化を示す特性図である。

【符号の説明】

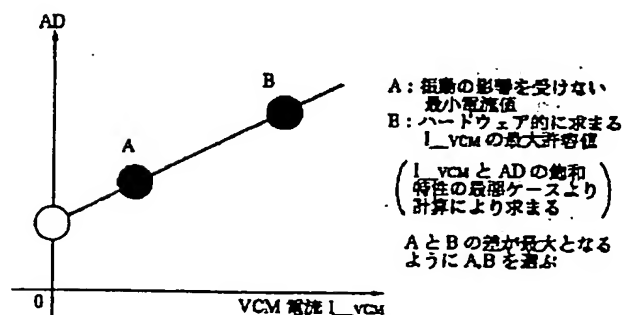
10, 30, 40 ディスクドライブ装置、11 ディスク、12, 42 VCM スピンドルドライバ、13 磁気ヘッド、14 アクチュエータ機構、15 ランプ・ブロック、16, 31 CPU/HDC、43 CM コイル、44 逆起電圧検出回路、45 AD コンバータ、OP1, OP2 オペアンプ、R0, Rg バランス抵抗、R1~R6 抵抗、V_{out} 出力端子

【図 9】

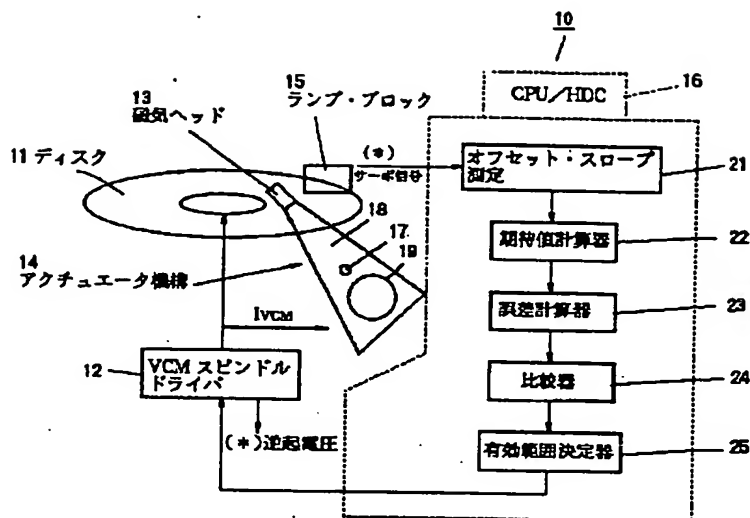
Update AD value routine



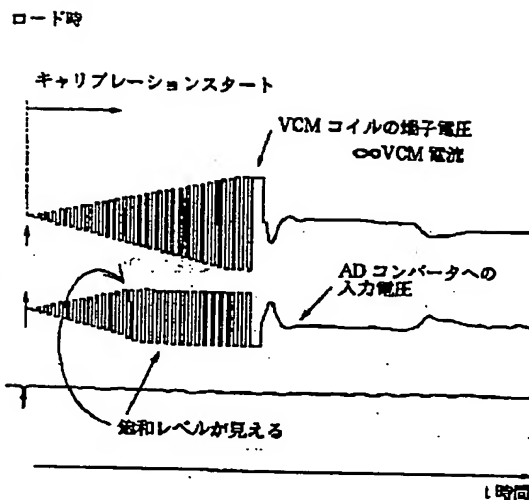
【図 15】



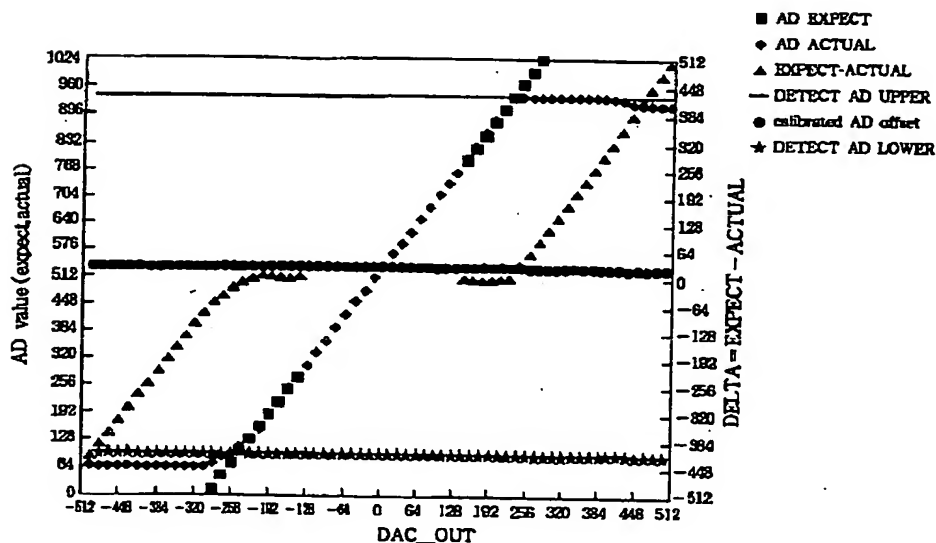
【図 1】



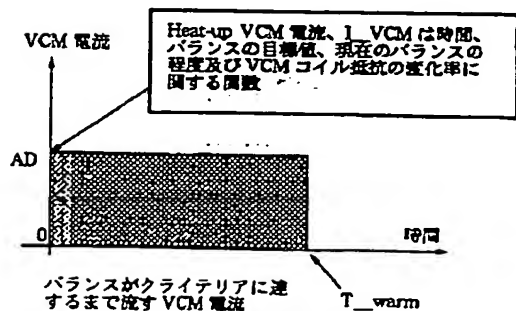
【図 10】



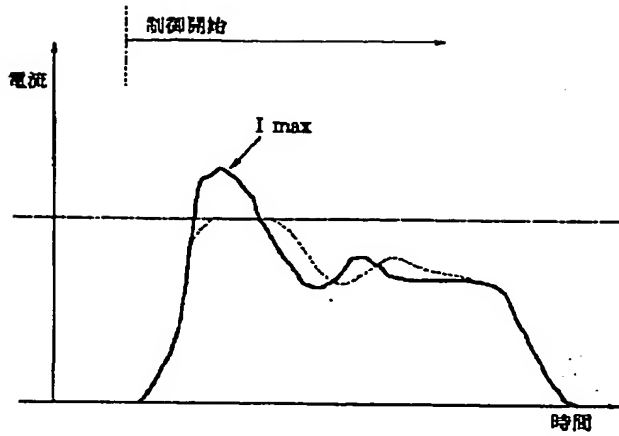
【図 2】



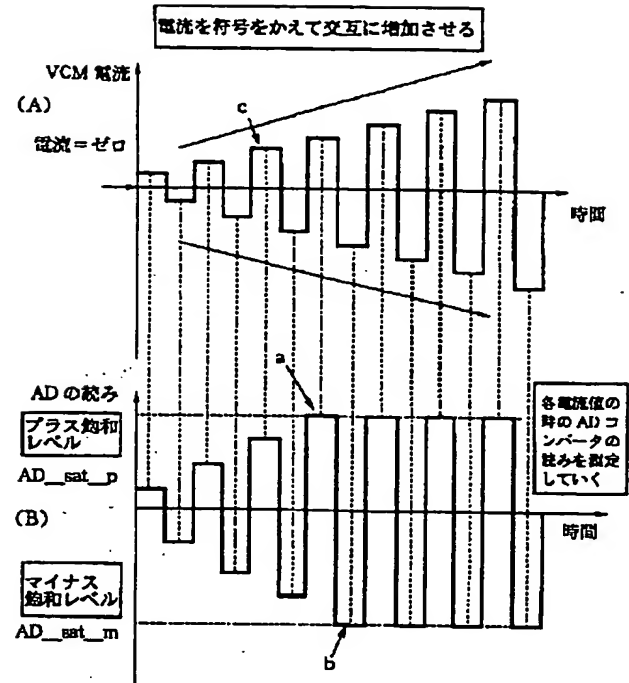
【図 19】



【図 3】

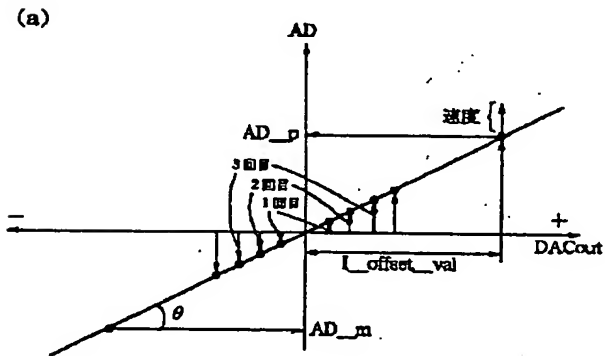


【図 4】

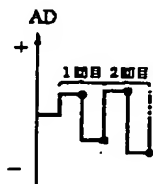


キャリブレーション中の VCM 電流と AD コンバータの読みとの関係

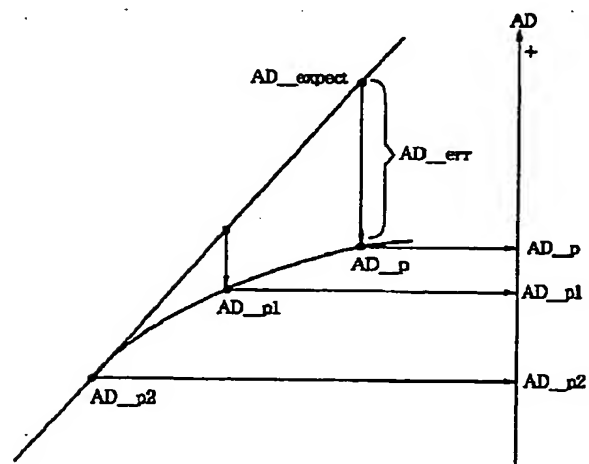
【図 6】



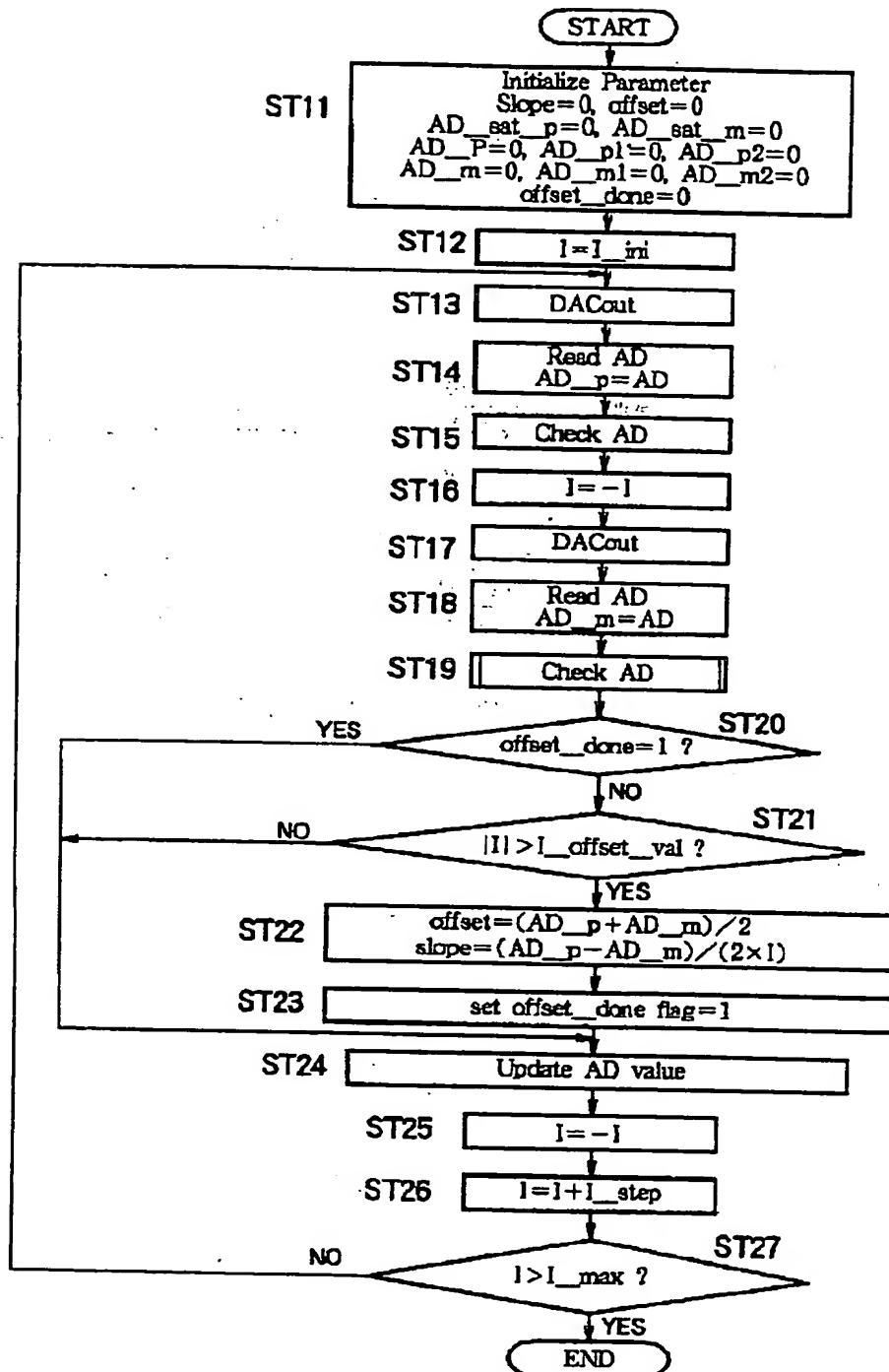
(b)



【図 8】

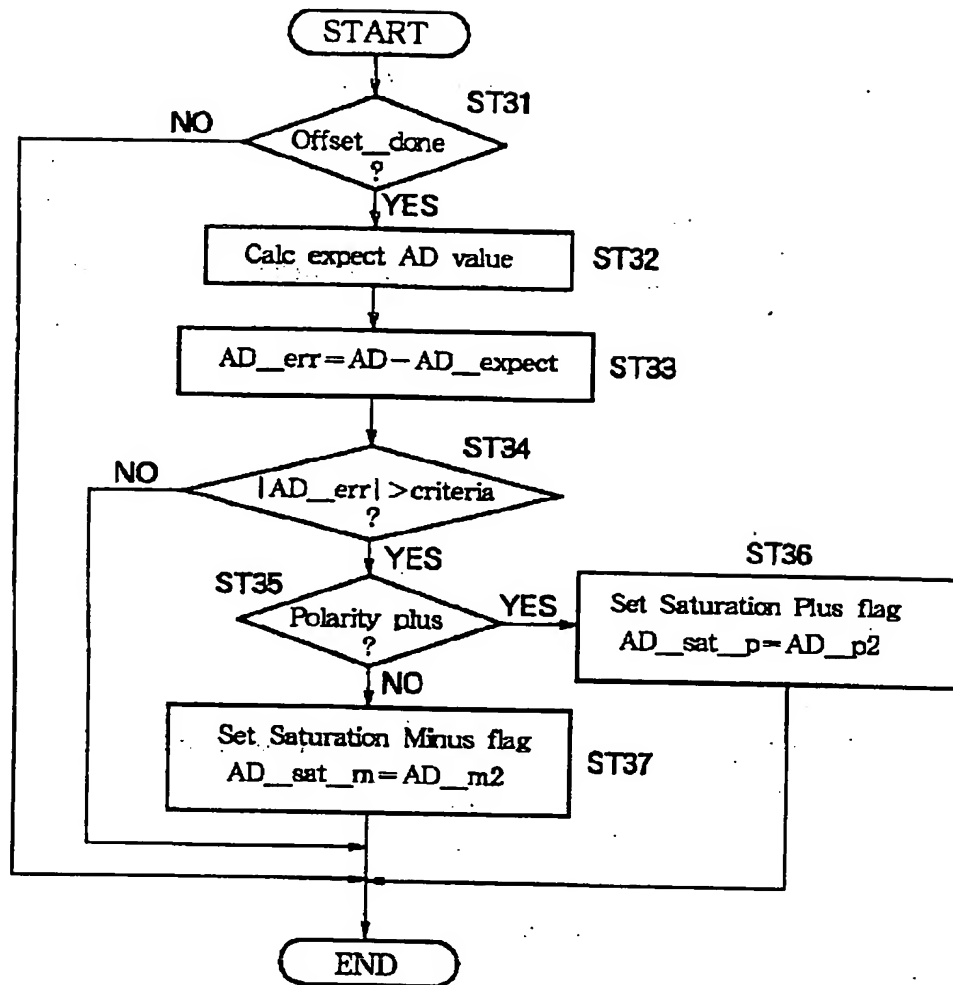


【図5】



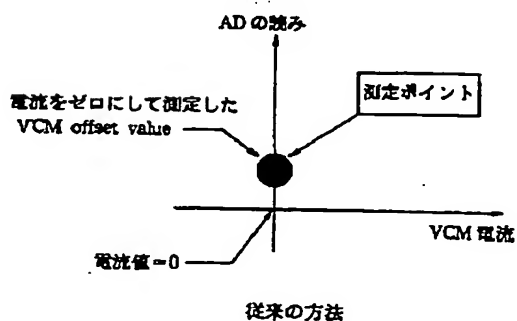
【図 7】

Check AD routine :

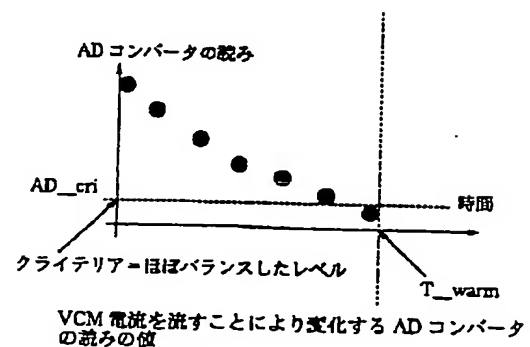


Check AD サブルーチン

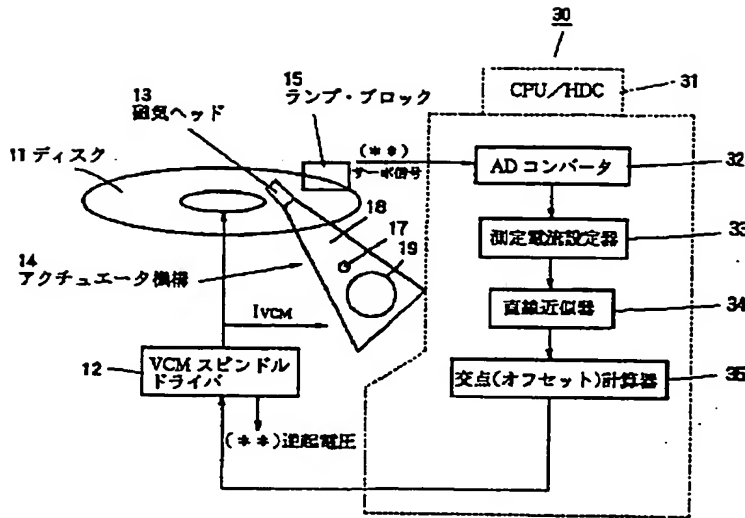
【図 12】



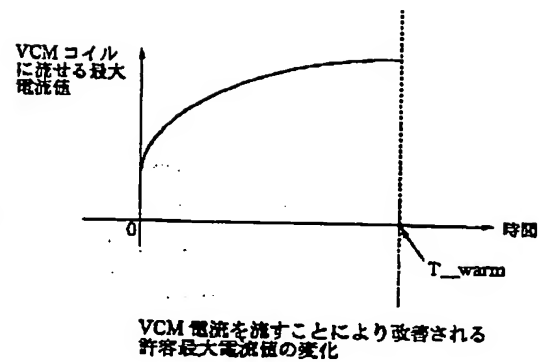
【図 20】



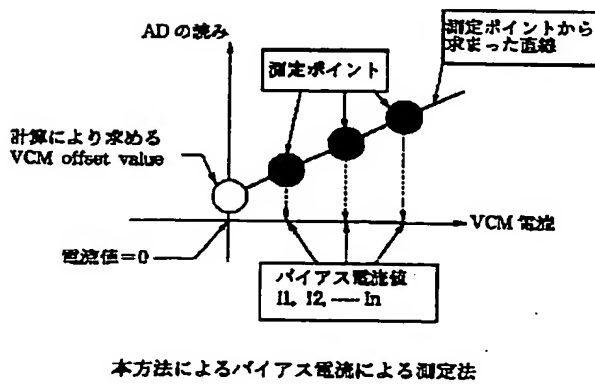
【図 11】



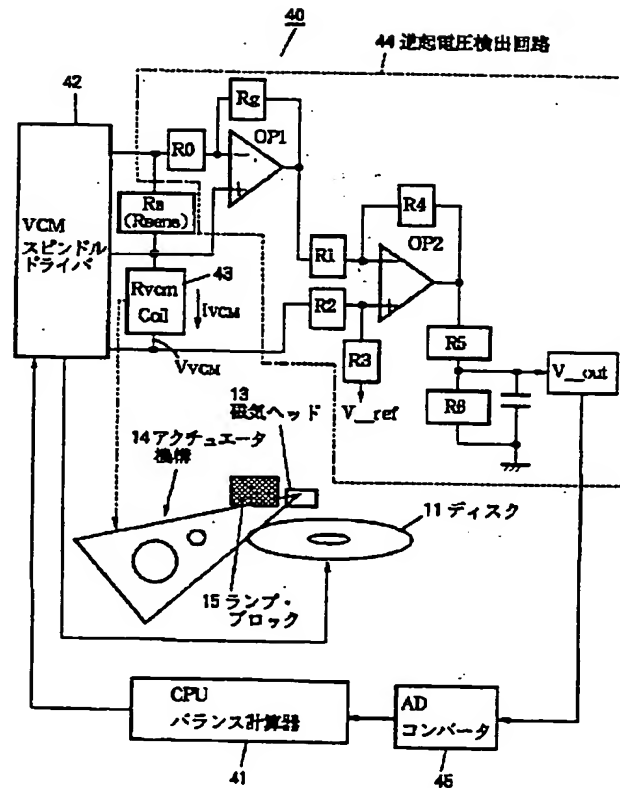
【図 21】



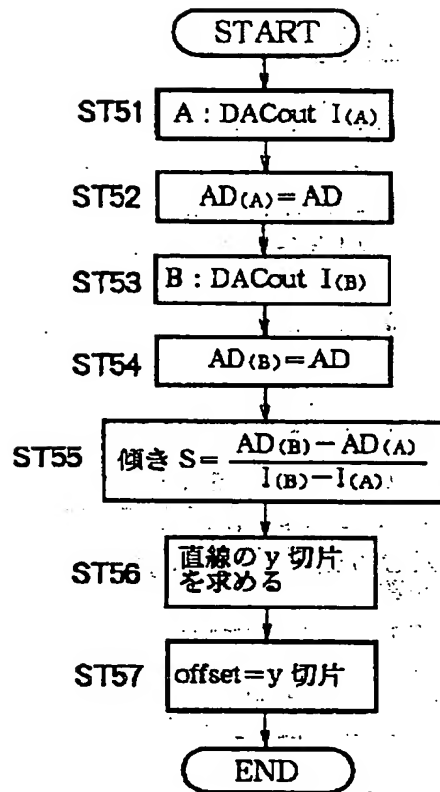
【図 13】



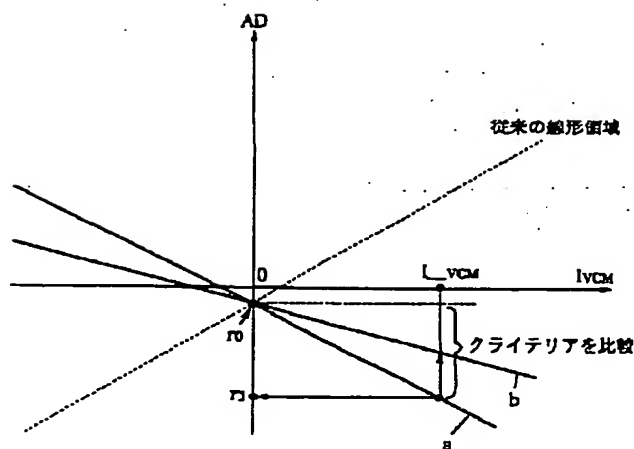
【図 16】



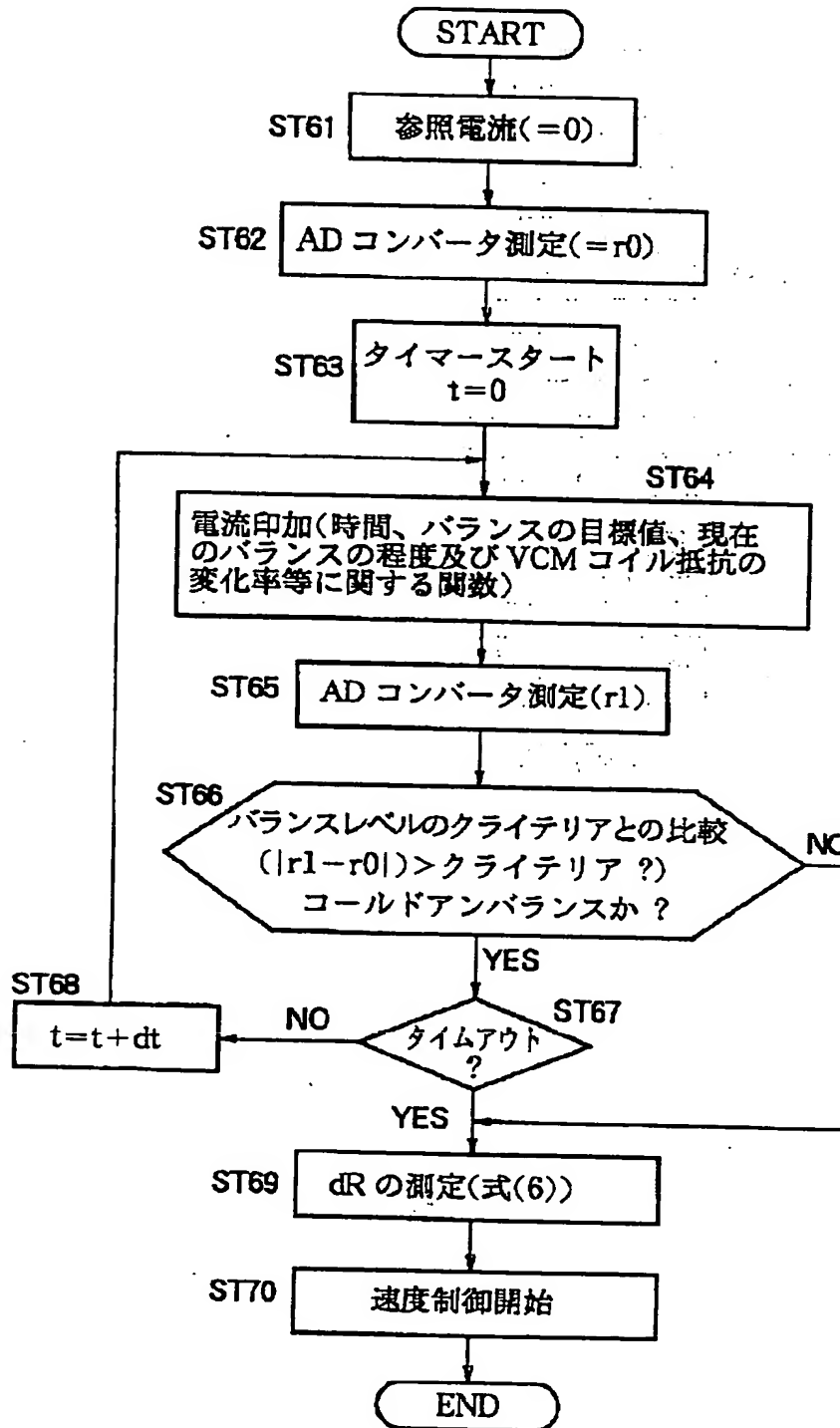
【図 1 4】



【図 1 7】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 内池 寛
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 上野 眞司
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 小笠原 健治
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 青木 吉彦
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 佐井 文憲
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内